

蜗神经管狭窄相关研究进展

吴海娟¹ 李同丽²

[摘要] 既往部分耳蜗解剖结构正常的重度或极重度感音神经性聋患者接受人工耳蜗植入术后听觉、言语康复效果不理想,通过回顾性研究分析,发现这类患者中部分存在蜗神经管狭窄,严重者表现为闭锁。本文对蜗神经管的发育、蜗神经管狭窄的判断标准及此类患者接受人工耳蜗植入术后听觉、言语康复效果的最新研究成果予以综述。

[关键词] 听觉丧失,感音神经性;蜗神经管狭窄;听觉及言语康复

DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.08.016

[中图分类号] R764.43 **[文献标志码]** A

Cochlear nerve canal stenosis: a review of recent research

WU Haijuan¹ LI Tongli²

(¹The Fifth Clinical Medical College of Shanxi Medical University, Taiyuan, 030001, China;

²Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Fifth Hospital of Shanxi Medical University)

Corresponding author: LI Tongli, E-mail: t.l.li@163.com

Summary Some patients with severe-profound sensorineural hearing loss (SNHL) with normal cochlear anatomical structure received cochlear implantation (CI) and the hearing and speech rehabilitation effect was not ideal. Through retrospective analysis, it was found that some of these patients had cochlear never canal (CNC) stenosis, or atresia in severe cases. This article reviews the development of the CNC, the diagnostic criteria of CNC stenosis and the results of hearing and speech rehabilitation in these patients after CI.

Key words hearing loss, sensorineural; cochlear never canal stenosis; auditory and speech rehabilitation

听力损失是人类最常见的神经缺陷性疾病,给人们的家庭生活、社会生活和职业工作造成了巨大的影响,引起了严重的经济问题和社会问题。人工耳蜗植入(cochlear implantation, CI)是帮助重度-极重度感音神经性听力损失(sensorineural hearing loss, SNHL)患者重获听力的唯一有效办法。既往部分CI患者耳蜗解剖结构正常但术后听觉及言语康复效果并不理想。随着颞骨高分辨率CT(high-resolution computed tomography, HRCT)的应用及影像学医生和临床医生对蜗神经管(cochlear never canal, CNC)认知水平的提高,回顾性研究分析发现这类患者中部分存在CNC狭窄或闭锁。本文旨在针对CNC狭窄最新研究成果予以综述。

1 蜗神经管

Sennaroglu等^[1]将内耳及蜗神经发育异常(cochlear nerve deficiency, CND)引起的听力损失分为膜性畸形和骨性畸形,又根据耳蜗解剖结构畸

形差异将骨迷路畸形分为八大类,其中包括CNC狭窄。

CNC指内听道(internal auditory canal, IAC)与耳蜗轴之间的骨性过渡管道,即耳蜗蜗轴基部与内听道底相连的骨性蜂房样结构,蜗神经(cochlear nerve, CN)由此进入耳蜗,CNC又被称为蜗孔、骨蜗神经管、耳蜗窝。在颞骨HRCT上可以很好地显示CNC解剖结构,表现为蜗轴基底部略窄而IAC部略宽外形似“喇叭口”样的骨性管道,在横轴面上可测量其宽度——即CNC骨壁内缘中点的连线。CNC从IAC底到蜗轴底部包绕着CN,因此,众多学者认为CNC狭窄与CN解剖及功能缺陷相关联^[2-4],且发现单侧SNHL患者CNC狭窄发生率明显高于双侧SNHL患者(73.4% vs 1.9%, 77.2% vs 22.8%, 50.0% vs 4.4%)^[5-7]。

2 蜗神经管的发育

2.1 蜗神经发育异常对蜗神经管发育的影响

人类内耳发育始于胚胎第3周,第4周听板上皮内陷、闭合形成耳泡。早期动物研究表明,缺乏神经元纤维的鸡耳泡在体外能够形成具有正常形

¹山西医科大学第五临床医学院(太原,030001)

²山西医科大学第五医院耳鼻咽喉头颈外科

通信作者:李同丽, E-mail: t.l.li@163.com

态学特征的内耳感觉结构,这表明内耳发育不依赖于神经元触发及神经营养性效应^[8]。Lefebvre 等^[9]通过实验进一步证明耳泡能够释放一种神经生长因子样物质,这种物质对神经元的存活至关重要,提示发育中的内耳不仅不受神经元影响反而影响着神经元的稳定和细胞的分化。根据极重度 SNHL 患者中大多数伴发迷路畸形,Fatterpekar 等^[10]推测异常发育的耳泡可能通过抑制神经生长因子的产生及营养作用引起 CNC。CNC 作为与 IAC 一样的骨性管道样结构,其发育过程可能与 IAC 相似。在 IAC 中,多数学者认为 IAC 内神经纤维的减少可使其骨化抑制减弱,从而出现狭窄的 IAC^[11]。同理,Casselmann 等^[12-13]认为 CN 缺乏或发育不全时,可出现狭窄甚至闭锁的 CNC。在 IAC 中存在前庭蜗神经、面神经,而 CNC 中仅存在 CN,Glastonbury 等^[14]研究发现前庭蜗神经、面神经缺如时导致 IAC 出现狭窄,仅 CN 缺如时不影响 IAC 发育。由此可见 CNC 比 IAC 更能反映 CN 的情况,这表明 CNC 对 CN 的解剖及功能具有很好的代表性。CNC 在人类胚胎发育第 24 周时由蜗管两旁软骨骨化形成,因此,笔者认为 CNC 形成后不再受各种后天原因引起的 CN 退行性变影响,从而可致正常的 CNC 内出现发育异常的 CN。

2.2 影响蜗神经管发育的遗传学因素

CNC 在发育过程中除了受外界因素影响外,也存在自身内在因素致使其发育不全。Cho 等^[6]研究表明,在伴有双侧 CNC 狭窄的双侧 SNHL 患者中,分离比(即患者兄弟姐妹中发生听力损失人数占所有兄弟姐妹人数的百分比)为 25%,而伴有单侧 CNC 狭窄的单侧 SNHL 患者分离比为 0,且双侧 SNHL 患者中 36.4%(8/22)的患耳不伴 CNC,这表明双侧 CNC 狭窄除了可能通过 CNC 影响 CNC 发育外,还可能与遗传有关,且遵循孟德尔遗传方式。Liang 等^[15]通过对 1 例 11 个月伴有双侧 CNC 狭窄的双侧 SNHL 患儿遗传学进行分析,发现该患儿 MYH9 与 MYH14 发生突变,这两个基因分别来自患儿听力正常的父母,虽然两个基因在之前报道中分别与听力损失相关,但与 CNC 狭窄均无关^[16-17],通过该病例首次提出 MYH9 与 MYH14 突变复合效应致伴有 CNC 狭窄的 SNHL 这种独特表型的出现,但还需更多相关研究来证实其准确性,且 CNC 狭窄是否还与其他基因突变有关也待进一步研究。

3 蜗神经管狭窄的判断标准

目前,针对 CNC 的测量方式包括通过影像学测量以及在颞骨病理组织切片上测量两种。在影像学上 CNC 的测量会受到一些因素的干扰,如窗宽、窗位不同可产生视觉上的差异,从而导致细小的测量误差^[18],在对 CNC 最宽层面判定的差异同

样导致测量结果出现细微的误差,而该因素同时存在这两种测量方式中。临床上众多学者通过影像学对 CNC 进行测量,并通过各种不同方法对 CNC 狭窄的临界值进行判定,其中张道行^[19]通过对 30 例正常耳蜗的 CNC 与周边骨的 CT 值进行测量,将该部位 CT 值差异的范围 1.5~3.5 mm 直径大小视为 CNC 的正常值范围,将 <1 mm 直径范围视为 CNC 狭窄,如果 CNC 结构消失则视为 CNC 骨性闭锁。Lim 等^[20]通过递归分割法对 42 例 13 岁以下诊断为单侧 SNHL 患儿的颞骨 HRCT 进行分析,将截止点设为 1.2 mm。Purcell 等^[4]对 CNC 狭窄程度判断是根据受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve ROC),最大化特异性,确定了 1.4 mm 为截止点,并认为此时伴有 CNC。同样通过最大化特异性,Teissier 等^[21]得出的 CNC 截止点为 1.7 mm。部分学者通过对患者尸体解剖获得的颞骨组织切片进行测量,其中 Henderson 等^[22]通过对 0~100 岁的 110 例听力正常患者尸体解剖获得的颞骨组织切片进行分析,测量 CNC 最宽处,得出平均值 2.26 mm,根据平均值减去 2 个标准差,把 CNC 的临界点设置为 1.76 mm,但有学者认为颞骨组织切片上测量结果与影像学测量结果存在明显差异,组织切片上测得值往往大于影像学所测值^[23]。虽然国内外对 CNC 测量方式及判断狭窄的方法多样化,但众多学者普遍认可通过影像学进行测量,且认为 1.5 mm 作为 CNC 狭窄判断标准最佳^[24-27]。

4 蜗神经管狭窄与听力损失程度相关性

CNC 狭窄与听力损失程度之间的关系,众多学者认为两者之间存在明显相关性。Purcell 等^[28]对 128 例至少含有 6 个月随访听力数据的 SNHL 患者进行分析,发现伴 CNC 狭窄的患耳听力损失进展风险较不伴 CNC 狭窄的患耳高。Wilkins 等^[29]支持该观点,并认为狭窄侧患耳每年平均纯音听阈下降 1.4 dB 左右,狭窄程度与听力损失程度显著相关。Yi 等^[30]和 Purcell 等^[4]结果同样表明 CNC 狭窄程度越严重,听力损失程度越明显。然而,Lim 等^[20]通过分析得出 CNC 狭窄程度与听力损失程度之间无统计学意义。

5 蜗神经管狭窄患者 CI 术后听觉、言语康复效果

伴有 CNC 狭窄的重度或极重度 SNHL 患者 CI 术后听觉及言语康复效果一直是众多学者关注的焦点。Kang 等^[31]研究中将语前聋患者根据 CI 术后 3 年听觉行为分级标准(categories of auditory performance, CAP)评分高低分为两组,发现评分低组中 CNC 狭窄患者明显多于评分高组,证明 CNC 狭窄是 CI 术后言语感知的限制因素之一。近年来,越来越多伴有 CNC 狭窄的 SNHL 患者接受 CI,国内外研究表明此类患者术后康复效果总

体不如 CNC 正常患者,语言康复效果尤为明显。其中,张道行^[19]通过术前影像学在 3700 例 CI 患者中筛查出 27 例(0.73%)伴有 CNC 狭窄或闭锁患者,术后 3 个月随访发现植入侧耳纯音听觉效果优于对侧助听器佩戴耳,但言语识别效果较助听器佩戴耳差。Chung 等^[3]对伴有 CNC 狭窄的 SNHL 患者 CI 术后第 24 个月开放式词句识别率、韩国图片词汇测验和 36 个月内 CAP 结果进行分析,证实 CNC 狭窄组 CI 术后听觉及言语康复效果均不如对照组,认为伴有 CNC 狭窄的 SNHL 患者 CI 术后康复效果可根据 CNC 直径大小进行初步预测。Kang 等^[32]研究中纳入的 292 例术前聋患儿(323 患耳)CI 术后 6 个月 CNC 狭窄患儿组开放式单音节词测试结果较耳蜗结构正常组和伴有其他内耳畸形组差,随访 5 年 CNC 狭窄组较术后 6 个月无明显提高(28.3%),对照组均较前逐渐提高(91.5%和 73.5%),开放式双音节词及短句测试结果与单音节词测试结果类似,认为 CNC 狭窄组患儿术后言语识别能力较术前有提高,但康复效果不如对照组,且根据 CNC 狭窄程度对患儿术后听觉行为进行分析,表明 CNC 狭窄程度越明显,术后听觉康复效果越差。由于人胚胎 24 周前各种后天原因引起的 CND 可致 CNC 狭窄,因此 CNC 狭窄患者术后听觉及言语康复效果差可能与 CND 密切相关,这部分患者由于各种后天因素导致 CND,声音刺激所产生的信号通过 CN 传导相应减少,致大脑听觉中枢感知相对差,即使行 CI 进行干预,患者术后听觉感知仍明显差于 CN 正常组患者。除上述相关研究外,也有研究表明,伴 CNC 狭窄的 SNHL 患者术后康复效果与正常对照组比较差异无统计学意义。沈茜茜等^[33]通过对伴有 CNC 狭窄患者和耳蜗形态结构正常患者 CI 术后 6 个月言语康复效果进行对比,发现两组之间无显著性差异,认为可能因随访时间较短及研究对象年龄太小所致。Kim 等^[34]研究认为 SNHL 患者术后听觉康复效果不受 CNC 狭窄影响,笔者认为这可能与该学者将 CNC 临界值设置为 2.055 mm 有关,可见 CNC 狭窄的判断标准尤为重要。近来,有少数学者报道伴有 CNC 狭窄的 SNHL 患者行 CI 后获得了令人满意的康复效果,其中 Zhang 等^[35]研究中 10 例伴有双侧 CNC 狭窄的 SNHL 患者于 CNC 较宽侧行 CI,术后听觉及言语康复效果显著。Tahir 等^[36]对 1 例 4 岁伴有双侧 CNC 闭锁的 SNHL 患儿 CI 术前术后进行分析,虽然术前听性脑干反应和耳声发射均显示极重度 SNHL,但听觉行为测试结果表明患儿仍存在有功能的听神经纤维,术后 4 年 10 个月随访结果显示听觉及言语康复效果极佳,患儿已能进入正常学校学习。针对该个案报道,诊断结果虽为双侧 CNC 闭锁,但测试结果显示

仍存在有功能的听神经纤维,其诊断结果可能受 CT 等多种因素影响。综上可见,CNC 狭窄患者不仅通过 CN 影响患者听觉行为,也可能因先天遗传因素直接影响患者听觉行为,这部分患者 CN 未受到明显影响,通过外界干预(如 CI),可使患者重获听觉并获得满意的康复效果。

6 展望

近些年,随着 CT 等影像技术的快速发展以及影像学医生和临床医生对 CNC 认知水平的提高,伴 CNC 狭窄的 SNHL 患者术后听觉、言语康复效果越来越成为人们关注的焦点。既往国内外学者除了对 CNC 狭窄与 CND 的关系、CNC 狭窄作为 SNHL 的潜在病因进行了大量研究,对与 CNC 狭窄相关的基因位点^[15]、CNC 狭窄与半规管畸形是否具有显著相关性^[37]、CNC 狭窄与耳鸣是否相关^[38]以及 CNC 狭窄是否与 CI 术后出现面部神经刺激有关^[39]等也进行了相关报道。目前针对 CNC 狭窄导致患者出现 SNHL 的原因主要有两种猜测:一种为胚胎发育过程中各种后天原因引起 CND 致 CNC 狭窄,其本质还是由于 CND 致患者出现 SNHL;另一种为先天因素,如基因突变导致伴有 CNC 狭窄的 SNHL 表型的出现。伴有 CNC 狭窄的患者 CI 术后听觉及言语康复效果是否明显受 CNC 狭窄影响,尚有待进一步研究;且针对此类患者的基因学研究,也是今后的研究重点,通过基因层面探索其发病机制将对患者康复具有重要的意义。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Sennaroglu L, Bajin MD. Classification and Current Management of Inner Ear Malformations[J]. *Balkan Med J*, 2017, 34(5):397-411.
- [2] Orzan E, Pizzamiglio G, Gregori M, et al. Correlation of cochlear aperture stenosis with cochlear nerve deficiency in congenital unilateral hearing loss and prognostic relevance for cochlear implantation [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):3338.
- [3] Chung J, Jang JH, Chang SO, et al. Does the Width of the Bony Cochlear Nerve Canal Predict the Outcomes of Cochlear Implantation? [J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018:5675848.
- [4] Purcell PL, Iwata AJ, Phillips GS, et al. Bony cochlear nerve canal stenosis and speech discrimination in pediatric unilateral hearing loss [J]. *Laryngoscope*, 2015, 125(7):1691-1696.
- [5] Masuda S, Usui S. Comparison of the prevalence and features of inner ear malformations in congenital unilateral and bilateral hearing loss [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2019, 125:92-97.
- [6] Cho SW, Kang SI, Park SJ, et al. Clinical characteristics of patients with narrow bony cochlear nerve ca-

- nal: is the bilateral case just a duplicate of the unilateral case? [J]. *Laryngoscope*, 2013, 123 (8): 1996-2000.
- [7] Nakano A, Arimoto Y, Matsunaga T. Cochlear nerve deficiency and associated clinical features in patients with bilateral and unilateral hearing loss [J]. *Otol Neurotol*, 2013, 34(3): 554-558.
- [8] Van De Water TR. Effects of removal of the stato-acoustic ganglion complex upon the growing otocyst [J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1976, 85(6 Suppl 33 Pt 2): 2-31.
- [9] Lefebvre PP, Leprince P, Weber T, et al. Neurotrophic effect of developing otic vesicle on cochleo-vestibular neurons: evidence for nerve growth factor involvement [J]. *Brain Res*, 1990, 507(2): 254-260.
- [10] Fatterpekar GM, Mukherji SK, Alley J, et al. Hypoplasia of the bony canal for the cochlear nerve in patients with congenital sensorineural hearing loss: initial observations [J]. *Radiology*, 2000, 215 (1): 243-246.
- [11] 姜泗长. 耳解剖学与颞骨组织病理学 [M]. 北京: 人民军医出版社, 1995: 52-52.
- [12] Casselman JW, Offeciers FE, Govaerts PJ, et al. Aplasia and hypoplasia of the vestibulocochlear nerve: diagnosis with MR imaging [J]. *Radiology*, 1997, 202 (3): 773-781.
- [13] 刘伟, 王涛, 巩若箴. 蜗神经管狭窄与蜗神经发育相关性研究 [J]. *医学影像学杂志*, 2013, 23(3): 359-362.
- [14] Glastonbury CM, Davidson HC, Harnsberger HR, et al. Imaging findings of cochlear nerve deficiency [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2002, 23(4): 635-643.
- [15] Liang W, Wang L, Song X, et al. Cochlear Nerve Canal Stenosis: Association With MYH14 and MYH9 Genes [J]. *Ear Nose Throat J*, 2021, 100 (3_suppl): 343S-346S.
- [16] Kim SJ, Lee S, Park HJ, et al. Genetic association of MYH genes with hereditary hearing loss in Korea [J]. *Gene*, 2016, 591(1): 177-182.
- [17] Fu X, Zhang L, Jin Y, et al. Loss of Myh14 Increases Susceptibility to Noise-Induced Hearing Loss in CBA/CaJ Mice [J]. *Neural Plast*, 2016, 2016: 6720420.
- [18] 赵晓丽, 王伟, 张多, 等. 蜗神经管狭窄的 HRCT 表现及诊断价值探讨 [J]. *医学影像学杂志*, 2016, 26(7): 1167-1169.
- [19] 张道行. 蜗神经孔狭窄和闭锁的诊断与人工耳蜗植入术后效果 [J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2014, 28 (15): 1101-1104.
- [20] Lim CH, Lim JH, Kim D, et al. Bony cochlear nerve canal stenosis in pediatric unilateral sensorineural hearing loss [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2018, 106: 72-74.
- [21] Teissier N, Van Den Abbeele T, Sebag G, et al. Computed Tomography measurements of the normal and the pathologic cochlea in children [J]. *Pediatr Radiol*, 2010, 40(3): 275-283.
- [22] Henderson E, Wilkins A, Huang L, et al. Histopathologic investigation of the dimensions of the cochlear nerve canal in normal temporal bones [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2011, 75(4): 464-467.
- [23] Vilchez-Madrigal LD, Blaser SI, Wolter NE, et al. Children with unilateral cochlear nerve canal stenosis have bilateral cochleovestibular anomalies [J]. *Laryngoscope*, 2019, 129(10): 2403-2408.
- [24] Zainol Abidin Z, Mohd Zaki F, Kew TY, et al. Cochlear nerve canal stenosis and associated semicircular canal abnormalities in paediatric sensorineural hearing loss: a single centre study [J]. *J Laryngol Otol*, 2020, 134(7): 603-609.
- [25] Fitzpatrick EM, Gaboury I, Durieux-Smith A, et al. Auditory and language outcomes in children with unilateral hearing loss [J]. *Hear Res*, 2019, 372: 42-51.
- [26] Tahir E, Bajin MD, Atay G, et al. Bony cochlear nerve canal and internal auditory canal measures predict cochlear nerve status [J]. *J Laryngol Otol*, 2017, 131 (8): 676-683.
- [27] 王振常, 鲜军舫, 沙炎, 等. 头颈部影像学-耳鼻咽喉头颈外科卷 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 42-42.
- [28] Purcell PL, Shinn JR, Coggeshall SS, et al. Progression of Unilateral Hearing Loss in Children With and Without Ipsilateral Cochlear Nerve Canal Stenosis: A Hazard Analysis [J]. *Otol Neurotol*, 2017, 38 (6): e138-e144.
- [29] Wilkins A, Prabhu SP, Huang L, et al. Frequent association of cochlear nerve canal stenosis with pediatric sensorineural hearing loss [J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2012, 138(4): 383-388.
- [30] Yi JS, Lim HW, Kang BC, et al. Proportion of bony cochlear nerve canal anomalies in unilateral sensorineural hearing loss in children [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2013, 77(4): 530-533.
- [31] Kang DH, Lee MJ, Lee KY, et al. Prediction of Cochlear Implant Outcomes in Patients With Prelingual Deafness [J]. *Clin Exp Otorhinolaryngol*, 2016, 9(3): 220-225.
- [32] Kang BC, Lee JY, Kim Y, et al. Outcome of Cochlear Implantation in Children With Narrow Bony Cochlear Nerve Canal [J]. *Otol Neurotol*, 2019, 40(7): e679-e685.
- [33] 沈茜茜, 王林娥, 龚树生, 等. 蜗神经管狭窄患者人工耳蜗植入术后听觉言语康复效果分析 [J]. *中国听力语言康复科学杂志*, 2016, 14(3): 166-169.
- [34] Kim H, Kim DY, Ha EJ, et al. Clinical Value of Measurement of Internal Auditory Canal in Pediatric Cochlear Implantation [J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2019, 128(6_suppl): 61S-68S.

嗓音分析与内镜技术结合人工智能在咽喉病变诊疗中的应用和发展

宋琦¹ 李晓明¹

[摘要] 耳鼻喉科咽喉病变诊疗中,将嗓音分析或内镜技术与人工智能结合的应用和发展迅猛。本文通过文献复习,回顾了嗓音分析或内镜技术与人工智能结合的历史和原理,对其应用和发展现状进行了总结,概括其优势在于强大的学习和判读能力、惊人的速度和耐性以及稳定的复制和拓展性。目前制约其发展的关键是机器学习过程中的不确定性、小样本引起的误差和伦理上的哲学思考。未来的发展方向应该是耳鼻咽喉头颈外科医生在掌握过硬的专业知识基础上,学习流行病学、经典统计学领域相关知识,加强与机器学习开发人员之间的交流合作,最终使先进的科学技术能在临床真正地使用,最大程度造福广大患者。

[关键词] 咽喉疾病;嗓音分析;内镜技术;人工智能

DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.08.017

[中图分类号] R766.5 **[文献标志码]** A

Application and development of voice analysis and endoscopic technology combined with artificial intelligence in the diagnosis and treatment of throat disease

SONG Qi LI Xiaoming

(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the 980th Hospital of the Joint Logistics Support Unit of the Chinese PLA, Shijiazhuang, 050082, China)

Corresponding author: SONG Qi, E-mail: 13315100789@126.com

Summary In the diagnosis and treatment of throat disease, the application and development of combining voice analysis or endoscopic technology with artificial intelligence has developed rapidly. This paper reviews the history and principles of the combination of voice analysis or endoscopic technology with artificial intelligence, summarizes its status of application and development, and sums up its advantages that lie in the strong learning and interpretation ability, amazing speed and tolerance, and stable replication and expansion. The key to restrict its development is the uncertainty in the process of machine learning, the error caused by small samples, and the ethical philosophical thinking. Future development direction should be that the surgeons in otolaryngology head and neck department on the basis of excellent professional knowledge, learn related knowledge of epidemiology, classic statistics, strengthen the exchanges and cooperation with machine learning developers. Eventually, advanced science and technology can be truly used in clinical practice to maximize the benefit of the majority of patients.

Key words throat disease; voice analysis; endoscopic technology; artificial intelligence

¹ 中国人民解放军联勤保障部队第九八〇医院耳鼻咽喉头颈外科(石家庄,050082)
通信作者:宋琦,E-mail:13315100789@126.com

引用本文:宋琦,李晓明.嗓音分析与内镜技术结合人工智能在咽喉病变诊疗中的应用和发展[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2022,36(8):647-650. DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.08.017.

- [35] Zhang S, Wang L, Gong S, et al. Auditory and speech performance after unilateral cochlear implantation for cochlear nerve canal stenosis[J]. Ear Nose Throat J, 2021;1455613211045563.
- [36] Tahir E, Çınar BÇ, Özkan HB, et al. Successful Use of a Cochlear Implant in a Patient with Bony Cochlear Nerve Canal Atresia[J]. J Int Adv Otol, 2020, 16(2): 271-273.
- [37] Zainol Abidin Z, Mohd Zaki F, Kew TY, et al. Cochlear nerve canal stenosis and associated semicircular canal abnormalities in paediatric sensorineural hearing

- loss: a single centre study[J]. J Laryngol Otol, 2020, 134(7):603-609.
- [38] Ocak E, Kocaöz D, Acar B, et al. Radiological Evaluation of Inner Ear with Computed Tomography in Patients with Unilateral Non-Pulsatile Tinnitus[J]. J Int Adv Otol, 2018, 14(2):273-277.
- [39] Rah YC, Yoon YS, Chang MY, et al. Facial nerve stimulation in the narrow bony cochlear nerve canal after cochlear implantation[J]. Laryngoscope, 2016, 126(6):1433-1439.

(修回日期:2021-11-29)